

明 細 書

音振解析装置および音振解析方法、並びに音振解析用のプログラムおよび音振解析用のプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体

技術分野

本発明は、回転体の回転に伴い発生する音または振動の解析装置に関し、より詳しくは、車両を実走行させて行う官能検査とトランスミッションなどから発生するギヤ（歯車）の音との相関を調べて異音の解析を行う装置およびその方法、並びにこれに用いられるプログラムおよびそのプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録された記録媒体に関する。

本願は、２００３年８月２８日に出願された特願２００３－２０９３５３号、および２００４年６月３０日に出願された特願２００４－１９４４１３号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

ギヤなどの回転体を備える装置を運転すると、運転状態に関係なく連続して発生する連続音や、特定の運転状態に発生する不連続音、または音の発生を伴わない振動が発生することがある。このうち、不連続音としては、ギヤが噛合しながら回転する際に発生する歯打ち音や、ベアリングの転動面から発生する音（以下、まとめて異音とする）などがあげられる。従来、このような異音の発生を防止することを目的として、作業者による官能検査が行われたり、異音を解析する装置が開発されたりしている。

特許第２５９６０８１号公報（第２頁および第３頁、第１図）に開示されている解析装置は、ギヤの回転速度を変化させながら所望の範囲内の回転速度に応じて発生する振動を測定し、これを周波数分析した信号の内から、ギヤの回転速度と歯数に応じて決定される周波数範囲内の信号を取り出すもので、この解析装置によれば異音の最大値が抽出される。

特開２００２－２５７６８５号公報（段落番号００１５および００１６、第４

図)に開示されている解析装置は、ギヤが回転する際の回転速度のムラと、ギヤから発生した音の音圧とを同時に測定し、それぞれの信号の波形を比較するもので、この解析装置によればギヤを有する歯車伝達装置に発生する音がギヤによるものであるのか、他の要因によるものであるのが判別される。

特開2001-194221号公報(段落番号0029および0030、第13図)に開示されている解析装置は、二輪車に集音マイクとレコーダとを取り付けて走行時の音をデータとして取り込んで、予め次数が判明しており、かつ全体音の中で比率の高い次数の音を、次数フィルタを用いて特定するもので、この解析装置によれば次数音に基づく評価がなされる。

ところで、従来の解析装置では、複数の回転体がある場合に、異音が発生した場所を特定することができない。また、官能検査で異音が発生する場所を特定しようとしても、官能検査は人間の感性に基づくためにばらつきが発生し易く、実際の測定結果との相関を調べ難い。特に、自動車のトランスミッションなどのように、一つの回転軸にギヤを多段に配置したり、回転軸を多軸化したりした装置では、異音の推定部位が多数にのぼり、異音の発生場所の特定が困難である。

また、従来の解析装置は、回転体の回転数の経過時間に基づいて評価を行っており、自動車のように検査対象物が移動する場合には、実際の車速と回転体の回転速度とが異なる場合があるので、測定結果の相関を調べ難い。

加えて、特許第2596081号公報に記載された解析装置のように最大値による判断では、異音の周波数が小さい場合には、その音を人間が感知できるものであっても検出できない。

本発明は、上記の課題を解決し、音の発生要因およびその発生場所を確実に判別することができる解析装置を提供することを目的とする。また、音の代わりに振動を測定した場合であっても振動の発生要因を確実に判別することができる解析装置を提供することを目的とする。

発明の開示

上記の課題を解決するために、本発明は、複数の回転体を有する車両の動力伝達機構の稼動時に、前記複数の回転体の回転に伴って発生する音または振動のデ

ータと、前記複数の回転体の中から選択された回転体の回転数のデータとを取り込んで音振解析を行う音振解析装置であって、前記音または振動のデータを周波数分析して前記複数の回転体の周波数を演算する周波数分析手段と、前記複数の回転体の周波数のデータに基づいて前記複数の回転体の諸元に応じた次数を演算する次数変換手段と、前記回転体の回転数のデータに基づいて前記車両の速度を演算する速度変換手段と、前記音または振動のデータに基づいて取得される音圧レベルを前記次数および前記車両の速度に対応付けて表示する表示手段とを備える音振解析装置を提供する。

本発明の音振解析装置においては、車両の動力伝達機構に具備される複数の回転体から音や振動が発生した場合に、その音や振動のデータを取り込んで、各回転体ごとにそれらの回転数には依存しない変数である次数を演算する。また、複数の回転体の中から選択された回転体の回転数データに基づいて車両の速度を演算する。そして、音または振動のデータに基づいて取得される音圧レベルを、先に演算した次数および車両の速度に対応付けて表示手段に表示する。例えば、回転体から発生する音の次数は、回転体の歯数により定まるので、音に対応付けられた次数を調べれば、音の発生源である回転体が特定される。

本発明の音振解析装置によれば、音または振動の次数を演算し、演算した次数および車速に対する音圧レベルを表示するようにしたので、車速の変化に応じて発生する異音や振動の発生源の特定が可能になる。また、官能検査との整合が取り易くなるので、異音や振動の発生の確認や、発生源の特定が容易になる。さらに、異音や振動の発生源の特定が確実にできるので、交換作業の工数削減にも貢献する。回転体の回転数の大小に依存しない次数で異音や振動の発生源を特定できるので、周波数の近い回転体が複数ある場合であっても、異音や振動の発生源の判別を制御良く行える。

本発明の音振解析装置においては、前記表示手段の表示に基づいて選択された特定の次数を含む音を再生する再生手段を備えることが望ましい。特定の次数を選択してその次数を含む音を再生し、作業員に、官能検査の際に聞いた音と比較させることにより、音の発生源が特定し易くなる。

本発明の音振解析装置によれば、特定の次数を含む音を再生するようにしたこ

とにより、官能検査との整合が取り易くなるので、異音や振動の発生の確認や、発生源の特定が容易になる。

本発明の音振解析装置においては、前記再生手段が、前記音または振動のデータからなる原音、前記特定の次数を含む音、または前記原音から前記特定の次数を含む音の成分を除いた音のいずれかを選択的に再生することが望ましい。原音は、測定時に車両または動力伝達機構が発する音にほぼ等しく、特定の次数を含む音は、動力伝達機構から発生する異音に相当する。原音から特定の次数を含む音の成分を除いた音は、異音の発生源を取り除いた後に車両または動力伝達機構が発する音にほぼ等しい。そこで、それぞれの音を聞き比べることにより、音の発生源が特定し易くなる。

本発明の音振解析装置によれば、取り込んだ音または振動からなる原音と、特定の次数を含む音と、原音から特定成分を除いた音とを再生できる。したがって、測定時の状態の再現や、異音のみの聴取、異音の発生源を取り除いた状態の確認が可能になるので、前記の効果に加えて、さらに異音や振動の発生の確認や、発生源の特定が容易になる。

本発明の音振解析装置においては、前記再生手段により再生される音のデータを、予め設定されたデータ形式のファイルに変換する変換手段を備えることが望ましい。

本発明の音振解析装置によれば、音振解析装置で再生した音のデータを、他の装置でも読み取り可能なファイル形式に変換して保存することが可能になるので、他の装置を使用して異音などの確認を行うことができる。したがって、場所や時間にとらわれずに、異音や振動の発生の確認や、発生源の特定を行うことが可能になり、異音や振動に対する対策を講じ易くなる。

本発明は、複数の回転体を有する車両の動力伝達機構の稼動時に、前記複数の回転体の回転に伴って発生する音または振動のデータと、前記複数の回転体の中から選択された回転体の回転数のデータとを取り込んで音振解析を行う音振解析方法であって、前記音または振動のデータを周波数分析して前記複数の回転体の周波数を演算する周波数分析工程と、前記複数の回転体の周波数のデータに基づいて前記複数の回転体の諸元に応じた次数を演算する次数変換工程と、前記回転

体の回転数のデータに基づいて前記車両の速度を演算する速度変換工程と、前記音または振動のデータに基づいて取得される音圧レベルを前記次数および前記車両の速度に対応付けて表示する表示工程とを含む音振解析方法を提供する。

本発明の音振解析方法においては、車両の動力伝達機構に具備される複数の回転体から音や振動が発生した場合に、その音や振動に対応付けられる次数を演算し、音または振動に基づいて取得される音圧レベルを、先に演算した次数および車両の速度に対応付けて表示手段に表示する。例えば、回転体から発生する音の次数は、回転体の歯数により定まるので、音に対応付けられた次数を調べれば、音の発生源である回転体が特定される。

本発明の音振解析方法によれば、測定したデータに基づいて音または振動の次数が演算され、演算した次数および車速に対する音圧レベルが表示されるので、車速の変化に応じて発生する異音や振動の発生源が特定できるようになる。したがって、異音や振動の発生源を容易に、かつ確実に特定できるようになるので、部品等の交換作業や調整作業のための工数を削減できる。

本発明の音振解析方法においては、前記表示工程によってなされた表示に基づいて、特定の次数を含む音の再生が選択されたときにその音を再生する再生工程を含むことが望ましい。特定の次数を選択してその次数を含む音を再生し、作業員に、官能検査の際に聞いた音と比較させることにより、音の発生源が特定し易くなる。

本発明の音振解析方法においては、前記再生工程が、前記音または振動のデータからなる原音の再生、前記特定の次数を含む音の再生、または前記原音から前記特定の次数を含む音の成分を除いた音の再生のいずれかを選択的に実行する工程であることが望ましい。原音は、測定時に車両または動力伝達機構が発する音にほぼ等しく、特定の次数を含む音は、動力伝達機構から発生する異音に相当する。原音から特定の次数を含む音の成分を取り除いた音は、異音の発生源を取り除いた後に車両または動力伝達機構が発する音にほぼ等しい。そこで、それぞれの音を聞き比べることにより、音の発生源が特定し易くなる。

本発明の音振解析方法によれば、原音、特定成分、原音から特定成分を除いた音とが選択的に再生されるようになるので、測定時の状態の再現や、異音のみの

聴取、異音の発生源を取り除いた状態の確認が可能になる。したがって、異音や振動の発生の確認や、発生源の特定がさらに容易になる。

本発明は、複数の回転体を有する車両の動力伝達機構の稼動時に、前記複数の回転体の回転に伴って発生する音または振動のデータと、前記複数の回転体の中から選択された回転体の回転数のデータとをコンピュータに取り込んで音振解析を実行させる音振解析用のプログラムであって、前記音または振動のデータを周波数分析して前記複数の回転体の周波数を演算する周波数分析工程と、前記複数の回転体の周波数のデータに基づいて前記複数の回転体の諸元に応じた次数を演算する次数変換工程と、前記回転体の回転数のデータに基づいて前記車両の速度を演算する速度変換工程と、前記音または振動のデータに基づいて取得される音圧レベルを前記次数および前記車両の速度に対応付けて表示する表示工程とを含む音振解析用のプログラムを提供する。

本発明の音振解析用のプログラムをコンピュータに読み込ませて実行すると、車両の動力伝達機構に具備される複数の回転体から発生する音や振動に対応付けられる次数を演算し、音または振動に基づいて取得される音圧レベルを、先に演算した次数および車両の速度に対応付けて表示手段に表示する。例えば、回転体から発生する音の次数は、回転体の歯数により定まるので、音に対応付けられた次数を調べれば、音の発生源である回転体が特定される。

本発明の音振解析用のプログラムによれば、記録媒体に記録されている音振解析用プログラムをコンピュータで実行させるだけで、音振解析が行えるようになり、異音や振動の発生源を特定することができる。

本発明は、複数の回転体を有する車両の動力伝達機構の稼動時に、前記複数の回転体の回転に伴って発生する音または振動のデータと、前記複数の回転体の中から選択された回転体の回転数のデータとをコンピュータに取り込んで音振解析を実行させるコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記音または振動のデータを周波数分析して前記複数の回転体の周波数を演算する周波数分析工程と、前記複数の回転体の周波数のデータに基づいて前記複数の回転体の諸元に応じた次数を演算する次数変換工程と、前記回転体の回転数のデータに基づいて前記車両の速度を演算する速度変換工程と、前記音または振動のデータに基づいて

取得される音圧レベルを前記次数および前記車両の速度に対応付けて表示する表示工程とを含むプログラムが記録されているコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供する。

本発明のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録された音振解析用のプログラムをコンピュータに読み込ませて実行すると、車両の動力伝達機構に具備される複数の回転体から発生する音や振動に対応付けられる次数を演算し、音または振動に基づいて取得される音圧レベルを、先に演算した次数および車両の速度に対応付けて表示手段に表示する。例えば、回転体から発生する音の次数は、回転体の歯数により定まるので、音に対応付けられた次数を調べれば、音の発生源である回転体が特定される。なお、このような音振解析用のプログラムは、予めコンピュータに記憶させておいても良いし、ネットワークを通じてダウンロードするようにしても良い。

本発明のコンピュータ読み取り可能な記録媒体によれば、音振解析用のプログラムをコンピュータで実行させるだけで、音振解析が行えるようになり、異音や振動の発生源を特定することができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の音振解析装置による異音の測定を説明する概念図である。

図2は、音振解析装置の構成を示すブロック図である。

図3は、音振解析装置の処理を示すフローチャートである。

図4は、メニュー画面を示す図である。

図5は、信号分析画面を示す図である。

図6は、次数分析画面を示す図である。

図7は、フィルタ処理画面を示す図である。

図8は、音データ記録画面を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

最初に、本実施形態における検査対象物について説明する。図1に示すように、

この実施形態の検査対象物は、自動車1、より詳細には自動車のトランスミッション2である。

トランスミッション2は、エンジン3を駆動源として回転駆動される第一シャフト4を有する。第一シャフト4には、10枚の歯を有する1速ドライブギヤ5と、15枚の歯を有する2速ドライブギヤ6とが並列に取り付けられている。1速ドライブギヤ5には、20枚の歯を有する1速ドリブンギヤ（回転体）7が噛合しており、2速ドライブギヤ6には、5枚の歯を有する2速ドリブンギヤ8が噛合している。1速ドリブンギヤ7および2速ドリブンギヤ8は、ともに第二シャフト9に取り付けられている。

第二シャフト9には、10枚の歯を有するファイナルドライブギヤ10が取り付けられている。ファイナルドライブギヤ10は、ファイナルドリブンギヤ11に噛合している。ファイナルドリブンギヤ11は、第三シャフト12に取り付けられている。第三シャフト12の端部には、駆動輪13が取り付けられている。第二シャフト9および第三シャフト12は、第一シャフト4に平行に配置されている。

1速ドリブンギヤ7および2速ドリブンギヤ8には、不図示のクラッチが設けられている。不図示のシフトレバーの操作により1速が選択されたときには、2速ドリブンギヤ8に設けられたクラッチが切られて2速ドリブンギヤ8が空転し、エンジン3の回転が、1速ドライブギヤ5、1速ドリブンギヤ7、およびファイナルドライブギヤ10を介して第三シャフト12および駆動輪13に伝達される。同様に2速が選択されたときには、1速ドリブンギヤ7に設けられたクラッチが切られて1速ドリブンギヤ7が空転し、エンジン3の回転が、2速ドライブギヤ6、2速ドリブンギヤ8、およびファイナルドライブギヤ10を介して第三シャフト12および駆動輪13に伝達される。

車両1の車室内には、トランスミッション2で発生する音やエンジン3その他の機器から発する音を取り込む集音マイク14と、集音マイク14が取り込んだ音を記録するレコーダ16とが搭載されている。自動車1を実走行させて官能検査を行うテストドライバは、運転中に感じたことなどをコメントとして喋るので、この音声も集音マイク14に取り込まれる。レコーダ16は、集音マイク14が

取り込んだ音を時間の経過に従って音データとして記録する。

トランスミッション2で発生する音は、各シャフト4、9や、各ギヤ5、6、7、8、10、11の回転に伴って発生する音、ギヤ同士が噛み合う際に発生する音など様々である。これらの音のうち、所定の音圧レベル（dB）を超える音が、上述した異音とみなされる。

第二シャフト9に取り付けられた1速ドリブンギヤ7の外周の歯に臨む位置には、パルスセンサ15が取り付けられている。パルスセンサ15は、第二シャフト9の回転数を検出するために選択された1速ドリブンギヤ7の回転数を検出する半導体センサである。パルスセンサ15は、1速ドリブンギヤ7が回転し、その外周に形成してある個々の歯がパルスセンサ15に近接または離間すると、方形形状のパルス信号を出力する。検査開始から時間の経過に従って、パルスセンサ15から出力されるパルス信号はパルス信号データとしてレコーダ16に記録される。レコーダ16は、音データとパルス信号データとを同期させて1つのデータファイルとして記録媒体に記録する。

さらに、トランスミッション2の各ギヤ7、8、10の諸元に応じた次数について説明する。

各ギヤ7、8、10の次数は、パルスセンサ15で回転数を検出する1速ドリブンギヤ7が取り付けられている第二シャフト9の1回転を基準として、各ギヤ（1速ドリブンギヤ7、2速ドリブンギヤ8、ファイナルドライブギヤ10）の歯数を特定するパラメータとなる。上記のように、1速ドリブンギヤ7は20枚の歯を有するギヤなので、パルスセンサ15のパルスが20回出力されると第二シャフト9が1回転したことになる。つまり、第二シャフト9が1回転する間に、1速ドリブンギヤ7は1速ドライブギヤ5と20枚の歯が噛み合うので、1速ドリブンギヤ7の次数は20次とする。同様に、第二シャフト9が1回転する間に2速ドリブンギヤ8は2速ドライブギヤ6と5枚の歯が噛み合うので、2速ドリブンギヤ8の次数は5次となる。さらに、第二シャフト9が1回転する間にファイナルドライブギヤ10は、ファイナルドリブンギヤ11と10枚の歯が噛み合うので、その次数は10次となる。

周波数をパラメータとする場合には、例えば、第二シャフト9が100回転／

秒で回転すると、20枚の歯を有する1速ドリブンギヤ7は100回転/秒で回転しながら1速ドライブギヤ5と噛み合い、パルスセンサ15は1秒間にパルスを2000回出力するので、この時の周波数は2000Hzとなる。第二シャフト9の回転数が50回転/秒になれば、1速ドリブンギヤ7の周波数は1000Hzになる。このように、周波数はシャフトの回転数に応じて変化するが、次数はシャフトの回転数によらず一定の値となる。そこで、本実施形態のように次数に着目してデータ処理を行うことで、回転数によらずに安定した解析が行えるようになる。

図1および図2に示すように、音振解析装置20は、記録媒体からデータファイルを読み取る読取装置21と、ディスプレイなどの表示装置22と、音を再生するスピーカ23と、データを記憶する記憶装置24と、キーボードやポインティングデバイスなどの入力装置25と、中央演算装置などからなる制御装置26とを備えるコンピュータである。この音振解析装置20は、記録媒体の種類に応じて複数の読取装置21を有しても良い。スピーカ23は、デジタル信号を増幅する増幅回路や、アナログ信号に変換する変換器などを含むものとする。

制御装置26は、記憶装置24に記憶されている音振解析用のアプリケーションプログラムを中央演算装置やメモリに展開、起動させることで、各種のデータ処理を実現する。

ここで、制御装置26は、音振解析用のアプリケーションプログラムにより、抽出部31、音振演算部32、速度演算部33、次数演算部34、表示制御部35、入力処理部36、および抽出部37として機能する。

抽出部31は、読み込んだデータファイルから音データとパルス信号データとを抽出する。抽出された音データおよびパルス信号データは、音振演算部32において周波数データおよび音圧データに変換される。ここで、周波数データは、音データを周波数分析（高速フーリエ変換）して得られるデータである。音圧データは、周波数データの音の振幅の大きさから音圧を求め、基準音圧（例えば、全体の音の音圧）に対する対数比である音圧レベルを演算したデータで、時間および周波数ならびに第二シャフト9の回転数と、これにより特定される音の音圧レベルとを対応付けたデータ構成を有する。

また、パルス信号データは、速度演算部 33 において回転数と車速とに換算される。車速は回転数に所定の係数を乗算することで得られるが、この係数は、駆動輪 13 の径やギヤ比によって異なる。この音振解析装置 20 では、予めメモリされている係数を選択して用いるか、作業者が入力した値を用いる。

次数演算部 34 は、周波数データおよびパルス信号データから音の周波数を回転数で除算して次数を演算する。この処理で得られる次数は、時間と、周波数と、音圧レベルと、第二シャフト 9 の回転数と、自動車 1 の車速とに関連付けられて、次数データとされる。このように実際に録音された音から演算される次数は、トランスミッション 2 の各ギヤ（例えば、ギヤ 7, 8, 10）の歯数（諸元）により定まる各ギヤ固有の次数に相当する。このため、走行中に録音された音のうち、所定の音圧レベル以上の音の次数を演算すれば、異音の発生原因となっているギヤ（例えば、ギヤ 7, 8, 10）を特定することができる。なお、次数データは、周波数および回転数と、これにより特定される次数とを対応付けたデータ構成でも良い。

演算結果の表示処理は、表示制御部 35 により行われる。入力処理部 36 は作業者が入力装置 25 を用いて入力する操作を処理する。抽出部 37 は、特定の周波数または次数を有する音を再生する場合に、該当する音を次数データから抽出する処理を行う。変換部 38 は、抽出部 37 で抽出し、かつスピーカ 23 で再生した音のデータを、他の装置で読み取ることが可能なファイル形式に変換する。ここで、読み取とることが可能とは、他の装置でファイルを開いて、データを画面表示させたり、他の装置のスピーカで音を再現したりできることをいう。

次に、本実施形態の作用について説明する。

まず、自動車 1 を実走行させて、音声データおよびパルス信号データを取得する。この際に、テストドライバは、徐々に速度を変化させながら、官能検査を行い、実際に体感される走行フィーリングを記録する。官能検査の結果を記録する記録媒体には音声データまたは紙媒体が用いられる。例えば、2 速で緩加速しているときに、車速が 55 km/h 付近や、車速が 60 km/h 付近でテストドライバが異音を聞き取ったら、その旨がレコーダ 16 または紙媒体に記録される。実走行が終了したらレコーダ 16 から記録媒体を取り出す。音振解析装置 20 で

は、図 3 のフローチャートに従って処理が行われる。すなわち、記録媒体に記録されたデータファイルが読取装置 2 1 によって読み取られ (ステップ S 1)、音振演算部 3 2 によって周波数分析が行われる (ステップ S 2)。続いて、必要に応じて速度演算部 3 3 によって自動車 1 のトランスミッション 2 の回転数が車速に変換される (ステップ S 3)。その後、作業者の操作に応じて次数演算部 3 4 によって各ギヤ 7, 8, 10 の諸元に応じた次数変換が行われ (ステップ S 4)、これらの演算結果が表示制御部 3 5 によって表示装置 2 2 に表示される (ステップ S 5)。また、演算結果に基づいて音データの再生が行われる (ステップ S 6)。さらに、必要に応じて変換部 3 8 によってデータ変換が行われ、他のコンピュータにおいて読み取り可能な形式にデータが変換される (ステップ S 7)。

以下に、各ステップ S 1 ~ S 7 の処理を行う際に、音振解析装置 2 0 によって作成される画面の一例および画面の操作について説明する。

音振解析装置 2 0 の音振解析用のアプリケーションプログラムを起動させると、表示装置 2 2 には、各種の処理を選択するメニュー画面、およびメニュー画面で選択された処理を補助しかつ処理結果を表示する画面が表示される。このメニュー画面の一例を図 4 に示す。メニュー画面 4 1 には、データファイルを読み込んで各データが表示される。さらに、メニュー画面 4 1 には、音データの周波数分析を実行させる際に選択する信号分析ボタン 4 2 と、次数分析を行う際に選択する次数分析ボタン 4 3 と、記録媒体から読み込んだデータファイルを汎用の形式で記録したり周波数分析用のデータファイルを作成したりする音データ記録ボタン 4 4 と、アプリケーションプログラムを終了させる終了ボタン 4 5 とが設けられる。なお、ボタンの操作やアイコンの選択、テキストボックスへの文字または数字の入力、カーソルの移動などは、作業者がキーボードまたはポインティングデバイスを使って入力または操作する。また、入力結果または操作結果は、入力処理部 3 6 を経て各種の処理または画面表示または音出力に反映されるものとする。

メニュー画面 4 1 において信号分析ボタン 4 2 が選択された場合には、図 5 に示すような信号分析画面 5 1 が表示され、ファイルの読み込みや、グラフ表示、データの記録を行うことが可能になる。

図5に示すように、信号分析画面51の中央には、パルスセンサ15から出力されるパルス信号（電圧）が検査時の時間の経過に横軸にとって表示されるパルス信号データグラフ52と、音（電圧）の変化を示す音グラフ53と、第二シャフト9の回転数（rpm）の変化を示す回転数グラフ54と、音データを周波数分析して得られる周波数（Hz）の変化を示す周波数グラフ54と、実走行時の時間の変化に対してレコーダ16に録音された音の周波数をプロットした周波数グラフ55とが設けられる。これらのグラフはいずれも横軸に時間軸をとり、パルス信号データグラフ52を最上段として上記の順に上から下に配列され、かつ時間軸が一致するように配置される。周波数グラフ55の各プロットは、音振演算部32で演算した音圧レベル（dB）の大きさに応じて色分けされている。つまり、この周波数グラフ55には、検査開始からの時間と、その時に発生した音の周波数およびその音圧レベル（音色）とが示される。小さい音圧レベルには黒色や紺色などが割り付けられ、以降、音圧レベルが大きくなるに従い、青色、赤色、黄色など徐々に明度の高い色が割り付けられる。そして、最も音圧レベルが大きい領域は白色が割り付けられる。音圧レベルの大きさと表示される色との対応付けは、周波数グラフ55の右横に配置されるスケール56によって確認することができる。

なお、これらのグラフ52、53、54、55の縦軸および横軸や、スケール56には不図示の数値が付されているものとする（以下、各グラフについて同じ）。

信号分析画面51の左側には、ステータスデータを表示するステータス領域57と、グラフ表示するパラメータの設定をするパラメータ領域58と、ファイルや画面の管理用の領域59とが、ステータス領域57を最上段として上記の順に上から下に配置される。

ステータス領域57に表示される項目としては、現在の処理を示す情報（例えば、「読み込み中」、「処理中」、「待機中」、「保存中」など）や、データファイルに付されているファイル名、測定が行われた日、測定者の氏名およびコメント、音データおよびパルス信号データのサンプルレート、選択されたデータ数が挙げられる。

パラメータ領域58には、取得したデータに含まれる信号をプロットする際の

トリガーを、信号の立ち上がりで取るか、立ち下がりで取るかなどの選択や、グラフ表示する時間の始点および終点、周波数の最小値および最大値などを設定、または選択することができる。

ファイルや画面の管理用の領域 5 9 には、ファイルの読み込みを実行するファイル読込ボタン 5 9 a が配置され、その下方には、グラフ表示させたデータを周波数分析するために一時的に記憶装置 2 4 に保存するデータ保存ボタン 5 9 b が配置される。さらにその下方には、信号分析画面 5 1 を閉じる終了ボタン 5 9 c が配置される。終了ボタン 5 9 c とデータ保存ボタン 5 9 b との間隔が、ファイル読込ボタン 5 9 a とデータ保存ボタン 5 9 b との間隔よりも大きくされるのは、各ボタン 5 9 a, 5 9 b, 5 9 c の誤操作を防止するためである。誤操作防止の観点からは各ボタン 5 9 a, 5 9 b, 5 9 c の色や大きさを異ならせても良い（以下、他の終了ボタンについて同じ）。

信号分析画面 5 1 の右側上部には、パルス信号データグラフ 5 2 に表示されるパルス信号データおよび音データの保存を実行するテキスト保存ボタン 6 0 が配置される。データの保存形式はテキスト形式で、データを保存する範囲は、時間軸をパラメータとして始点カーソル 6 1 a と終点カーソル 6 1 b とで設定することができる。

信号分析画面 5 1 の右側下部には、アイコンが整列されたツール領域 6 2 が配置される。この領域には、グラフ表示の形態を変更したりグラフ表示を拡大縮小させたりする機能を有するアイコンが表示される。なお、グラフの表示形態の変更は、入力処理部 3 6 と表示制御部 3 5 の協働により実現される。

ファイル読込ボタン 5 9 a を選択すると、音データ記録ボタン 4 4（図 4 参照）を選択して作成されたデータファイルが読み取られる（図 3 のステップ S 1）。読み取ったデータファイルからは抽出部 3 1 によってパルス信号データおよび音データが抽出され、パルス信号データからパルス信号データグラフ 5 2 が表示され、音データからは音グラフ 5 3 が表示される。さらに、パルス信号データからは速度演算部 3 3 が回転数を演算し、その演算結果が回転数グラフ 5 4 に表示される。そして、音データから演算される周波数および音圧レベルに基づいて周波数分析が行われ（図 3 のステップ S 2）、その結果が周波数グラフ 5 5 が表示される。必

要に応じてツール領域 6 2 でカーソル 6 1 a, 6 1 b を動かしたり、時間軸のスケールを変更したりした後、データ保存ボタン 5 9 b を選択すると、次数分析用のデータ（周波数データ）がファイルに保存される。データの保存が終了したら、終了ボタン 5 9 c を選択し、信号分析画面 5 1 を終了させる。

信号分析画面 5 1 を終了させたら、図 4 に示すメニュー画面 4 1 から次数分析ボタン 4 3 を選択すると、図 6 に示すような次数分析画面 7 1 が表示され、ファイルの読み込みや、グラフ表示、フィルタの設定などの次数分析が可能になる。

図 6 に示すように、次数分析画面 7 1 の中央には、時間の経過に対する音の変化を示す音グラフ 7 2 と、音の周波数の変化を示す周波数グラフ 7 3 と、次数分析により得られる次数の変化を示す次数グラフ 7 4 とが設けられている。これらのグラフはいずれも横軸に時間軸をとり、音グラフ 7 2 を最上段として上記の順に上から下に配列され、かつ時間軸が一致するように配置される。周波数グラフ 7 3 および次数グラフ 7 4 の各プロットは、音圧レベルの大きさに応じて色分けされている。音圧レベルの大きさと表示される色との対応付けは、グラフ 7 4 の右側方に配置してあるスケール 7 5 によって確認することができる（以下、各グラフについて同じ）。

また、周波数グラフ 7 3 の右側には、周波数をスペクトル表示するグラフ 7 6 が配置される。次数グラフ 7 4 は、次数の小さい領域ほど色が明るく（音圧レベルが高く）、次数の大きい領域ほど色が暗く（音圧レベルが低く）表示される。次数グラフ 7 4 の中央部分には、周囲の他の領域よりも色が明るい部分 7 4 a（図 6 中には黒線で示してある）が表示されている。また、次数グラフ 7 4 の右上部分にも、周囲の他の領域よりも色が明るい部分 7 4 b（図 6 中には黒線で示してある）が表示されている。これらの部分 7 4 a, 7 4 b が異音の発生を示している。

また、次数分析画面 7 1 の右側上部には、時間の経過に伴う回転数の変化を示す回転数グラフ 7 7 が配置される。回転数グラフ 7 7 の下方には、回転数（横軸）に対する次数（縦軸）の変化を示す次数グラフ 7 8 が配置される。この次数グラフ 7 8 のデータも、上記のスケール 7 5 に従い、音圧レベルの大きさに応じて割り付けた色分けをしてプロットされる。次数グラフ 7 8 は、次数の小さい領域ほ

ど色が明るく（音圧レベルが高く）、次数が大きい領域ほど色が暗く（音圧レベルが低く）表示される。次数グラフ 7 8 の中央部分には、周囲の他の領域よりも色が明るい部分 7 8 a（図 6 中には黒線で示してある）が表示されている。また、次数グラフ 7 8 の右上部分にも、周囲の他の領域よりも色が明るい部分 7 8 b（図 6 中には黒線で示してある）が表示されている。これらの部分 7 8 a，7 8 b が異音の発生を示している。

次数分析画面 7 1 の左側上部には、上記信号分析画面 5 1 と同様のステータス領域 5 7 が配置され、その下方には、各グラフ 7 2，7 3，7 4，7 7，7 8 のプロットの座標情報が表示されるサーチ領域 7 9 が配置される。ポインティングデバイスなどでグラフ上の特定の点を指し示すと、そのグラフの縦軸および横軸に応じて、周波数や、次数、回転数、車速の値が、サーチ領域 7 9 の各表示欄に表示される。さらに、次数分析画面 7 1 の左側下部には、この画面に表示させるデータの読み込みを実行させるボタン 8 0 や、この画面を終了するボタン 8 1 が配置されている。

次数分析画面 7 1 の下部中央から右側の領域には、データをフィルタ処理するフィルタ設定領域 8 2 と、次数分析画面 7 1 で画面表示させる次数の範囲を設定する次数範囲領域 8 4 と、回転数を車速に変換する車速変換領域 8 5 とが配置される。

フィルタ設定領域 8 2 では、フィルタ処理を行うパラメータ、およびフィルタ処理後に表示するグラフの横軸および縦軸の設定が可能である。時間 - 周波数ボタン 8 3 a を選択すると、周波数成分をパラメータとしてフィルタ処理がなされ、時間に対する周波数の変化がグラフ表示される。時間 - 次数ボタン 8 3 b を選択すると、次数成分をパラメータとしてフィルタ処理がなされ、時間に対する次数の変化がグラフ表示される。回転数 - 次数ボタン 8 3 c を選択すると、次数成分をパラメータとしてフィルタ処理がなされ、回転数に対する次数の変化がグラフ表示される。そして、車速 - 次数ボタン 8 3 d を選択すると、次数成分をパラメータとしてフィルタ処理がなされ、車速に対する次数の変化がグラフ表示される。

次数範囲領域 8 4 では、次数分析画面 7 1 で画面表示させる次数の範囲を、その開始値と終了値とで選択することが可能である。開始値が入力される開始欄 8

4 a には、数字を入力できるテキストボックスの横に、テキストボックス内の数値を増加させる増加ボタンと、テキストボックス内の数値を減少させる減少ボタンとが配置される。同様に、終了値が入力される終了欄 8 4 b には、数字を入力できるテキストボックスの横に、数値の増加ボタンおよび減少ボタンが配置される。

車速変換領域 8 5 には、車速を換算する際に用いる係数を設定する設定欄 8 5 a と、設定した係数と回転数とから自動車 1 の車速を換算する際の実行ボタン 8 5 b とが設けられる。設定欄 8 5 a には、係数を入力するテキストボックスの横に、数値の増加ボタンと減少ボタンとが配置される。設定欄 8 5 a に設定される係数は、パルスセンサ 1 5 で検出する第二シャフト 9 の回転数と、駆動輪 1 3 の回転数との比に、駆動輪 1 3 の円周を乗じた値である。ここで、駆動輪 1 3 の円周は駆動輪 1 3 の半径の 2 倍に円周率を掛けると得られる。このような係数を設定するのは、トランスミッション 2 の各シャフト 4, 9 の数や、その他の減速ギヤ列（不図示）などにより、走行時の変速段（シフト）を固定して走行した場合であっても各シャフト 4, 9 の回転数と駆動輪 1 3 の回転数とが一致しないことがあるからである。また、そのような係数は自動車 1 ごとに異なるために、作業者が適宜設定できることが好ましいからである。なお、駆動輪 1 3 が実際に回転する回転数と自動車 1 の速度とは比例関係にある。

次数分析画面 7 1 でボタン 8 0 を選択すると、信号分析画面 5 1（図 5 参照）で保存したファイルのデータに基づいて、表示制御部 3 5 により、音グラフ 7 2 および周波数グラフ 7 3、ならびに周波数スペクトルのグラフ 7 6 が表示される。また、回転数の時間変化がパルス信号データから演算され、グラフ 7 7 に表示される。さらに、次数演算部 3 4 により周波数データから音の次数が演算される（図 3 のステップ S 4）。演算結果は、表示制御部 3 5 により次数グラフ 7 4, 7 8 に表示される（図 3 のステップ S 5）。車速を横軸として処理結果を表示する場合には、車速変換領域 8 5 で係数を設定し、第二シャフト 9 の回転数を車速に変換する（図 3 のステップ S 3）。この際に速度演算部 3 3 により車速が演算される。そして、次数グラフ 7 8 の横軸が車速に変換され（図 3 のステップ S 4）、再表示される（図 3 のステップ S 5）。

次数をパラメータとしてフィルタ処理を行う場合には、フィルタ処理で取り出す次数の範囲の下限值と上限値とを、次数範囲領域 8 4 の開始欄 a と終了欄 8 4 b とでそれぞれ設定する。そして、フィルタ設定領域 8 2 の車速 - 次数ボタン 8 3 d を選択すると、図 7 に示すようなフィルタ処理画面 9 1 が表示される。

図 7 に示すように、フィルタ処理画面 9 1 の画面中央には、フィルタ処理前の時間に対する音の変化を示す音グラフ 9 2 と、車速に対する次数の変化を示す次数グラフ 9 3 とが上下に配置される。フィルタ処理画面 9 1 の画面右側には、フィルタ処理後の時間に対する音の変化を示す音グラフ 9 4 と、車速に対する次数の変化を示す次数グラフ 9 5 とが上下に配置される。フィルタ処理画面 9 1 では、フィルタ処理前のグラフとフィルタ処理後のグラフとが画面の左右方向に並べて配置されるので（音グラフ 9 2 と音グラフ 9 4、次数グラフ 9 3 と次数グラフ 9 5）、処理の結果を目視で容易に確認することができる。次数グラフ 9 3、9 5 の各プロットは、音圧レベルの大きさに応じて色分けされている。音圧レベルの大きさと表示される色との対応付けは、フィルタ処理後の次数グラフ 9 5 の右側のスケール 9 6 で確認することができる。次数グラフ 9 3 の中央部分には、周囲の他の領域よりも色が明るい部分 9 3 a が表示されており、同グラフの右上部分にも、周囲の他の領域よりも色が明るい部分 9 3 b が表示されている。同様に、次数グラフ 9 5 の中央部分には、周囲の他の領域よりも色が明るい部分 9 5 a が表示されており、同グラフの右上部にも、周囲の他の領域よりも色が明るい部分 9 5 b が表示されている。この部分 9 3 a、9 3 b、9 5 a、9 5 b が異音の発生を示している。

フィルタ処理画面 9 1 の左側上部には、ステータス領域 5 7 が配置され、その下方には、特定の音をスピーカ 2 3 から出力する際に操作する再生設定領域 9 7 が配置される。再生設定領域 9 7 には、スピーカ 2 3 から出力する際に着目するパラメータの種類を選択する選択単位欄 9 8 と、パラメータの値を入力する選択値欄 9 9 と、選択値を中心値として抽出する次数の幅または周波数の幅を設定するバンド幅欄 1 0 0 と、バンド幅の値を調整するスケール 1 0 1 と、選択単位欄 9 8 および選択値欄 9 9 で選択されたパラメータの種類および値が表示される選択リスト欄 1 0 3 と、選択リスト欄 1 0 3 にパラメータの種類および値を表示さ

せる追加ボタン104とが設けられる。選択単位欄98には、パラメータの名称を入力するテキストボックスの横に、選択できるパラメータの種類を表示させるプルダウンボタンが配置される。選択値欄99には、パラメータの値を入力するテキストボックスの横に数値の増加ボタンと減少ボタンとが配置される。バンド幅欄100には、テキストボックスの横に数値の増加ボタンと減少ボタンとが配置される。スケール101には、バンド幅の値を調整するためのカーソル102が設けられる。図7においては、カーソル102を左側に移動させるバンド幅が大きくなり、カーソル102を右側に移動させるとバンド幅が小さくなる。選択リスト欄103には、選択単位欄98で選択されたパラメータの種類、および選択値欄99で選択されたパラメータの値が表示される。選択単位欄98の隣に配置されている追加ボタン104を選択すると、選択リスト欄103にパラメータの種類および値を表示される。選択リスト欄103に新たなパラメータの種類および値を追加する際にも、追加ボタン104を選択する。

選択リスト欄103の右側には、3つのチェックボタン105a, 105b, 105cが上から下に順番に配列される。チェックボタン105aには、原音(Original)の表記が付される。同様に、チェックボタン105bには、特定成分(Selected)の表記が付され、チェックボタン105cには、特定成分以外(excepted)の表記が付される。原音のチェックボタン105aは、フィルタ処理前の音をそのまま出力する場合に選択される。特定成分のチェックボタン105bは、選択リスト欄103にリストアップされた条件から選択された1つまたは複数の条件で抽出される音のみを出力する場合に選択される。特定成分以外のチェックボタン105cは、原音の音から特定成分として抽出された音を除いた残りの音を出力する際に選択される。

選択リスト欄103および各チェックボタン105a, 105b, 105cの下方には、選択された音をスピーカ23から1回だけ出力させる再生ボタン106と、選択された音を繰り返して出力させる連続ボタン108と、出力を停止させる停止ボタン107とが配列される。チェックボタン105a, 105b, 105cが2つまたは3つ選択されている場合には、再生ボタン106によって選択された音が順番に1回ずつ出力される。また、連続ボタン108では、選択さ

れた各々の音が順番に繰り返して出力される（図3のステップS6）。

再生設定領域97の下方には、戻りボタン109が配置される。戻りボタン109を選択すると、フィルタ処理画面91を終了して図6の次数分析画面71に戻ることができる。

ここで、選択値欄99に次数を入力する場合には、フィルタ処理前の次数グラフ93、またはフィルタ処理後の次数グラフ95において音圧レベルの値（音色）がその周囲に比べて顕著に異なる部分（部分93aまたは部分95a、あるいは部分93aまたは部分95b）に相当する値を選択すると良い。例えば、車速60km/h付近で次数67.5付近に、音圧レベルが周囲に比べて大きい部分が現れている場合に、次数を選択単位として選択値67.5を設定してラジオボックス105bの特性成分をチェックすると、次数67.5およびこれを中心とするバンド幅に相当する音がバンドパスフィルタにより抽出される。また、ラジオボックス105cの特定成分以外をチェックすると、次数67.5およびこれを中心とするバンド幅に相当する音がバンドエリミネーションフィルタなどにより除去される。

この場合に、実走行時にテストドライバが音声またはメモに残した情報を参考にするると良い。すなわち、テストドライバからの情報が例えば、「2速で速度60km/hにおいて音発生」とあった場合には次数グラフ93において時速60km/hの前後の部分調べれば良い。このように、フィルタ処理画面91には、横軸を車速にとって次数グラフ93を表示することで、実走行時に得られた情報と解析結果との対応を取り易くなる。

さらに、再生ボタン106または連続ボタン108が選択可能な状態（アクティブ）において、再生ボタン106を選択すると、選択値67.5を中心として所定のバンド幅を有する領域に含まれる次数の音が抽出部37により抽出され、スピーカ23から出力される。この場合は音グラフ94上に表示される始点カーソル110aと終点カーソル110bとで区切られた範囲の音が1回再生される。これに対して、連続ボタン108を選択した場合には、2つのカーソル110a、110bで区切られた範囲の音が繰り返して再生される。なお、再生または連続再生が開始されると、停止ボタン107がアクティブになる。アクティブになっ

た停止ボタン 107 を選択すると、途中で再生を中止したり、連続再生を中止したりできる。

このように、特定の成分の音のみを選択して再生することで、テストドライバの実際の聴感結果との比較が容易になり、選択した成分が異音の発生要因であるか否かを検証し易い。この際に、フィルタ処理画面 91 でチェックボタン 105 a を選択して原音を再生すると、官能検査時の車室内の音を再現でき、当時の聴感を確認することができる。したがって、実走行からの時間経過が大きい場合でも発生要因の検証を確実に行うことができる。また、特定成分以外の音を再生すると、その次数に相当する要因を取り除いた後に、その自動車 1 に発生する音の予測することができる。この際に、異音が発生しなければ、該当するギヤの交換で足りるが、依然として異音が残存する場合には、他にも異音の発生要因があることになる。

また、音振解析装置 20 は、読取装置 21 で読み取った記録媒体のデータファイルを上記の各処理に適合するデータファイルに変換する処理や、特定成分の音を汎用のデータ形式で記録する音データ記録機能を有する。この音データ記録機能は変換部 38 により実現されるもので、これによりコンピュータによるデータ処理が可能になるとともに、遠隔地にある他の部門において解析結果を参照することが可能になる。汎用のデータ形式は、他の部門が所有するコンピュータの OS (Operation System) に適合し、かつ音の保存および再生に適した保存形式で、例えば、wav 形式や、au 形式、aiff 形式、mp3 形式などがあげられる。記録媒体からデータファイルを読み取る際には、最初に図 4 に示すメニュー画面 41 から音データ記録ボタン 44 を選択する。また、解析結果を他のコンピュータなどに送信する際には、フィルタ処理画面 91 (図 7 参照) を用いて処理を行った後に、音データ記録ボタン 44 を選択する。

音データ記録ボタン 44 を選択すると、図 8 に示すような音データ記録画面 121 が画面表示される。音データ記録画面 121 には、画面中央から右側にかけて音グラフ 122 が配置されており、記録媒体から読み込んだ音データや、特定成分の音として抽出された音のデータがグラフ表示される。音グラフ 122 の横軸は時間、縦軸は周波数である。音グラフ 122 のプロットは、音圧レベルの大

きさに応じて色分けされている。音圧レベルの大きさと表示される色との対応付けは、音グラフ 1 2 2 の右横のスケール 1 2 3 で確認することができる。音グラフ 1 2 2 の左側には、周波数の変化を示すスペクトルのグラフ 1 2 4 が配置される。また、音グラフ 1 2 2 の下側には、時間に対する音の電圧値の変化を示す音グラフ 1 2 5 が配置される。さらに、音データ記録画面 1 2 1 の下部には、データの編集を行う編集領域 1 2 6 が配置される。編集領域 1 2 6 には、データのフレーム長を設定するフレーム長欄 1 2 7 と、窓関数の種類を設定するウィンドウタイプ欄 1 2 8 と、記録する信号の種類として音や回転数などを設定できる信号種類欄 1 2 9 とが上から下に並べて配置される。これらの欄 1 2 7, 1 2 8, 1 2 9 には、数値を直接入力できるテキストボックスの横に、予め設定されている選択肢を選択可能に表示させるプルダウンボタンが配置される。さらに、編集領域 1 2 6 には、サンプルとして抽出するポイントの数を選択または表示するサンプル数欄 1 3 0 と、データファイルとして保存したポイント数を表示する保存数欄 1 3 1 とが配置され、全体のデータ量に対して保存したデータ量の割合がバックログ表示部 1 3 2 に表示される。バックログ表示部 1 3 2 には、左端を 0 %、右端を 1 0 0 % として現在の保存データの割合がグラフ表示される。

音データ記録画面 1 2 1 の左側上部には、ステータス領域 5 7 が配置され、ステータス領域 5 7 の下部には、特定成分の音のデータを読み込ませる開始ボタン 1 3 3 と、データの記録を実行する保存ボタン 1 3 4 とが配置される。音データ記録画面 1 2 1 の左側下部には、保存したデータを予め設定された汎用のファイル形式で変換するファイル変換ボタン 1 3 5 が配置される。選択可能なファイル形式が複数設定されている場合には、構成ボタン 1 3 6 を使って変換時のファイル形式を選択することができる。これらボタン 1 3 3, 1 3 4, 1 3 5 を選択することにより、データ形式の変換が行われる（図 3 のステップ S 7）。構成ボタン 1 3 6 の下方には、各ボタン 1 3 5, 1 3 6, 1 3 7 の誤操作を防止するために、ファイル変換ボタン 1 3 5 と構成ボタン 1 3 6 との間隔よりも大きな間隔を空けて、終了ボタン 1 3 7 が配置される。

このようにして作成されたデータファイルは、電子メールに添付したり、FTP (File Transfer Protocol) などを利用したりして、

ネットワーク接続された他のコンピュータにファイルを送信される。他のコンピュータは、音源ボードおよび再生用アプリケーションを搭載しており、記録媒体から読み取ったデータファイルや、ネットワークを介して所得したデータファイルを開いて、その内容を表示したり、音を再生したりする。つまり、上記の予め設定された汎用のファイル形式とは、データファイルを活用する他のコンピュータが使用可能なファイル形式である。

本実施形態によれば、トランスミッション２で異音が発生した場合に、そのような異音をデータに記録しておき、グラフ表示させることで、不連続音が発生する要因を解析することが可能になる。

異音をグラフ表示するにあたって、その周波数を、第二シャフト９の回転数を基準とし、各ギヤ７，８，１０の歯数に比例する変数（次数）に変換するので、回転数の変化によらずに異音が発生したギヤ７，８，１０を確実に特定することができる。また、周波数や次数のグラフ表示を音圧レベルの大きさに応じて色分けをしてプロットしたので、異音が発生した速度や、回転数、次数、または周波数を目視で容易に確認することができる。特に、次数および音圧レベルを車速に関連付けて表示したので、走行検査時にテストドライバが体感した結果と解析結果との整合を取り易くなり、特定の条件で異音が発生する場合であっても、その要因となるギヤを容易に特定することができる。特定の次数や周波数のデータを抽出して表示するようにしたので、周波数が近似する音があった場合でも解析の精度が向上する。

さらに、フィルタ処理および再生処理により、全体の音にフィルタ処理を行って特定の次数や周波数に相当する音をスピーカ２３から出力することが可能なので、実際に発生した異音の確認を行うことができる。また、特定の次数に相当する音を取り除いた音をスピーカ２３から出力するようにしたので、対象となるギヤ７，８，１０を交換した後の状態を予見することが可能になる。異音の発生要因が複数ある場合であっても、個別に発生要因を検証することが可能になる。

そして、このようにして異音の発生源を特定すると、従来のように推定した部品を組み替えてから再度事象の確認を行う、いわゆるクロスチェックをする必要がなくなるので、作業工数を削減することができる。

また、異音をデータファイルに落として、遠隔地にある他の施設で視聴できるようにしたことにより、部品の交換や、設計変更を行う部門が遠隔地にある場合に、そのような部門で実際の異音を聞くことが可能になるので、事象の把握が容易になり、必要な対処を迅速に行うことが可能になる。

本発明は前記実施形態に限定されずに応用することが可能である。例えば、検査対象物は、移動体が備える複数の回転体が回転したときに異音や振動が発生する可能性がある装置であれば良く、トランスミッション単体でも良い。移動体は、自動車（２輪車、３輪車、４輪車）に限定されず、電車でも良い。また、エンジンや、自動車のディファレンシャルギヤなどでも良い。回転体の他の例としては、回転するディスクや、コマ、ローラがあげられる。

さらに、音データの代わりに、検査対象物に振動ピックアップを取り付けて、検査対象物の稼動時に発生する振動データを取得し、振動の周波数を解析し、次数分析しても良い。このとき、音振解析装置２０の音振演算部３２は、振動データから振動の周波数と、振動の音圧レベルを演算する振動演算部となる。ここで、音圧レベルは、振動の最大値に対する特定の振動数の対数比として演算される。また、音グラフ（例えば、図５のグラフ５３）は、表示制御部３５により振動のグラフとして表示される。さらに、スピーカ２３から出力される音は、振動に対応する音となる。振動が人間に聞き取れる音を伴うものである場合には、これに相当する音が出力される。検査対象物の振動防止を目的とする場合に、同一の解析装置を用いて要因解析を行うことが可能になり、上記したような作用および効果を得ることができる。

また、コンピュータを音振解析装置２０として機能させる音振解析用のアプリケーションプログラムは、図２に示す記憶装置２４に予め記憶させておいても良いし、必要に応じて記録媒体から読み込んだり、ネットワーク上からダウンロードしても良い。ここで、記録媒体は、アプリケーションプログラムを読取装置２１で読み取り可能に記録したものである。これらの場合のアプリケーションプログラムは、コンピュータを図３に示すような各ステップＳ１～Ｓ７を実行させるものである。特に、ステップＳ７の再生工程においては、原音、特定成分、特定成分以外を選択可能にし、作業者の操作に応じていずれかの音を再生する処理を

行うようにプログラムを構成すると良い。

また、このようなアプリケーションプログラムは、ネットワーク上にダウンロード可能な状態にアップロードしても良いし、上記の各ステップS1～S7が可能な処理回路をコンピュータに着脱自在なボードまたはカードから構成しても良い。

さらに、コンピュータは、音を再生するための信号処理のみを行い、コンピュータと別体の外部のスピーカから音を出力するようにしても良い。同様に、表示装置22は、コンピュータと別体の外部の表示装置で各画面41, 51, 71, 91, 121を表示するようにしても良い。

メニュー画面41は、音振解析用のアプリケーションが起動中は常に画面表示されているが、メニュー画面41と同等の機能を有するメニューを各画面51, 71, 91, 121に設けても良い。

フィルタ処理画面91のフィルタ処理後の次数グラフ95において、選択された次数に相当する領域の色を変えたり、該当する領域を野線で囲ったりして、作業者が選択した領域を目視で確認できるようにしても良い。

音データ記録処理で作成されるデータファイルの形式は、テキスト形式、またはCSV (Comma Separated Value) 形式でも良い。振動データを取り扱う場合についても同様とする。

以上、本発明の好ましい実施例を説明したが、本発明は上記実施例に限定されることはない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。本発明は前述した説明によって限定されることなく、添付のクレームの範囲によってのみ限定される。

産業上の利用の可能性

本発明は、複数の回転体を有する車両の動力伝達機構の稼動時に、前記複数の回転体の回転に伴って発生する音または振動のデータと、前記複数の回転体の中から選択された回転体の回転数のデータとを取り込んで音振解析を行う音振解析装置であって、前記音または振動のデータを周波数分析して前記複数の回転体の周波数を演算する周波数分析手段と、前記複数の回転体の周波数のデータに基づ

いて前記複数の回転体の諸元に応じた次数を演算する次数変換手段と、前記回転体の回転数のデータに基づいて前記車両の速度を演算する速度変換手段と、前記音または振動のデータに基づいて取得される音圧レベルを前記次数および前記車両の速度に対応付けて表示する表示手段とを備える音振解析装置に関する。

本発明によれば、音または振動の次数を演算し、演算した次数および車速に対する音圧レベルを表示するようにしたので、車速の変化に応じて発生する異音や振動の発生源の特定が可能になる。また、官能検査との整合が取り易くなるので、異音や振動の発生の確認や、発生源の特定が容易になる。さらに、異音や振動の発生源の特定が確実にできるので、交換作業の工数削減にも貢献する。回転体の回転数の大小に依存しない次数で異音や振動の発生源を特定できるので、周波数の近い回転体が複数ある場合であっても、異音や振動の発生源の判別を制御良く行える。

本発明は、複数の回転体を有する車両の動力伝達機構の稼動時に、前記複数の回転体の回転に伴って発生する音または振動のデータと、前記複数の回転体の中から選択された回転体の回転数のデータとを取り込んで音振解析を行う音振解析方法であって、前記音または振動のデータを周波数分析して前記複数の回転体の周波数を演算する周波数分析工程と、前記複数の回転体の周波数のデータに基づいて前記複数の回転体の諸元に応じた次数を演算する次数変換工程と、前記回転体の回転数のデータに基づいて前記車両の速度を演算する速度変換工程と、前記音または振動のデータに基づいて取得される音圧レベルを前記次数および前記車両の速度に対応付けて表示する表示工程とを含む音振解析方法に関する。

本発明によれば、測定したデータに基づいて音または振動の次数が演算され、演算した次数および車速に対する音圧レベルが表示されるので、車速の変化に応じて発生する異音や振動の発生源が特定できるようになる。したがって、異音や振動の発生源を容易に、かつ確実に特定できるようになるので、部品等の交換作業や調整作業のための工数を削減できる。

本発明は、複数の回転体を有する車両の動力伝達機構の稼動時に、前記複数の回転体の回転に伴って発生する音または振動のデータと、前記複数の回転体の中から選択された回転体の回転数のデータとをコンピュータに取り込んで音振解析

を実行させる音振解析用のプログラムであって、前記音または振動のデータを周波数分析して前記複数の回転体の周波数を演算する周波数分析工程と、前記複数の回転体の周波数のデータに基づいて前記複数の回転体の諸元に応じた次数を演算する次数変換工程と、前記回転体の回転数のデータに基づいて前記車両の速度を演算する速度変換工程と、前記音または振動のデータに基づいて取得される音圧レベルを前記次数および前記車両の速度に対応付けて表示する表示工程とを含む音振解析用のプログラムに関する。

本発明は、複数の回転体を有する車両の動力伝達機構の稼動時に、前記複数の回転体の回転に伴って発生する音または振動のデータと、前記複数の回転体の中から選択された回転体の回転数のデータとをコンピュータに取り込んで音振解析を実行させるコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記音または振動のデータを周波数分析して前記複数の回転体の周波数を演算する周波数分析工程と、前記複数の回転体の周波数のデータに基づいて前記複数の回転体の諸元に応じた次数を演算する次数変換工程と、前記回転体の回転数のデータに基づいて前記車両の速度を演算する速度変換工程と、前記音または振動のデータに基づいて取得される音圧レベルを前記次数および前記車両の速度に対応付けて表示する表示工程とを含むプログラムが記録されているコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

本発明によれば、音振解析用のプログラムをコンピュータで実行させるだけで、音振解析が行えるようになり、異音や振動の発生源を特定することができる。

請求の範囲

1. 複数の回転体を有する車両の動力伝達機構の稼動時に、前記複数の回転体の回転に伴って発生する音または振動のデータと、前記複数の回転体の中から選択された回転体の回転数のデータとを取り込んで音振解析を行う音振解析装置であって、

前記音または振動のデータを周波数分析して前記複数の回転体の周波数を演算する周波数分析手段と、

前記複数の回転体の周波数のデータに基づいて前記複数の回転体の諸元に応じた次数を演算する次数変換手段と、

前記回転体の回転数のデータに基づいて前記車両の速度を演算する速度変換手段と、

前記音または振動のデータに基づいて取得される音圧レベルを前記次数および前記車両の速度に対応付けて表示する表示手段とを備える。

2. 請求項 1 に記載した音振解析装置であって、前記表示手段の表示に基づいて選択された特定の次数を含む音を再生する再生手段を備える。

3. 請求項 2 に記載した音振解析装置であって、前記再生手段は、前記音または振動のデータからなる原音、前記特定の次数を含む音、または前記原音から前記特定の次数を含む音の成分を除いた音のいずれかを選択的に再生する。

4. 請求項 2 に記載した音振解析装置であって、前記再生手段により再生される音のデータを、予め設定されたデータ形式のファイルに変換する変換手段を備える。

5. 複数の回転体を有する車両の動力伝達機構の稼動時に、前記複数の回転体の回転に伴って発生する音または振動のデータと、前記複数の回転体の中から選択された回転体の回転数のデータとを取り込んで音振解析を行う音振解析方法であ

って、

前記音または振動のデータを周波数分析して前記複数の回転体の周波数を演算する周波数分析工程と、

前記複数の回転体の周波数のデータに基づいて前記複数の回転体の諸元に応じた次数を演算する次数変換工程と、

前記回転体の回転数のデータに基づいて前記車両の速度を演算する速度変換工程と、

前記音または振動のデータに基づいて取得される音圧レベルを前記次数および前記車両の速度に対応付けて表示する表示工程とを含む。

6. 請求項5に記載した音振解析方法であって、前記表示工程によってなされた表示に基づいて、特定の次数を含む音の再生が選択されたときにその音を再生する再生工程を含む。

7. 請求項6に記載した音振解析方法であって、前記再生工程は、前記音または振動のデータからなる原音の再生、前記特定の次数を含む音の再生、または前記原音から前記特定の次数を含む音の成分を除いた音の再生のいずれかを選択的に実行する工程である。

8. 複数の回転体を有する車両の動力伝達機構の稼動時に、前記複数の回転体の回転に伴って発生する音または振動のデータと、前記複数の回転体の中から選択された回転体の回転数のデータとをコンピュータに取り込んで音振解析を実行させる音振解析用のプログラムであって、

前記音または振動のデータを周波数分析して前記複数の回転体の周波数を演算する周波数分析工程と、

前記複数の回転体の周波数のデータに基づいて前記複数の回転体の諸元に応じた次数を演算する次数変換工程と、

前記回転体の回転数のデータに基づいて前記車両の速度を演算する速度変換工程と、

前記音または振動のデータに基づいて取得される音圧レベルを前記次数および前記車両の速度に対応付けて表示する表示工程とを含む。

9. 複数の回転体を有する車両の動力伝達機構の稼動時に、前記複数の回転体の回転に伴って発生する音または振動のデータと、前記複数の回転体の中から選択された回転体の回転数のデータとをコンピュータに取り込んで音振解析を実行させるコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記音または振動のデータを周波数分析して前記複数の回転体の周波数を演算する周波数分析工程と、

前記複数の回転体の周波数のデータに基づいて前記複数の回転体の諸元に応じた次数を演算する次数変換工程と、

前記回転体の回転数のデータに基づいて前記車両の速度を演算する速度変換工程と、

前記音または振動のデータに基づいて取得される音圧レベルを前記次数および前記車両の速度に対応付けて表示する表示工程とを含むプログラムが記録されている。

図 1

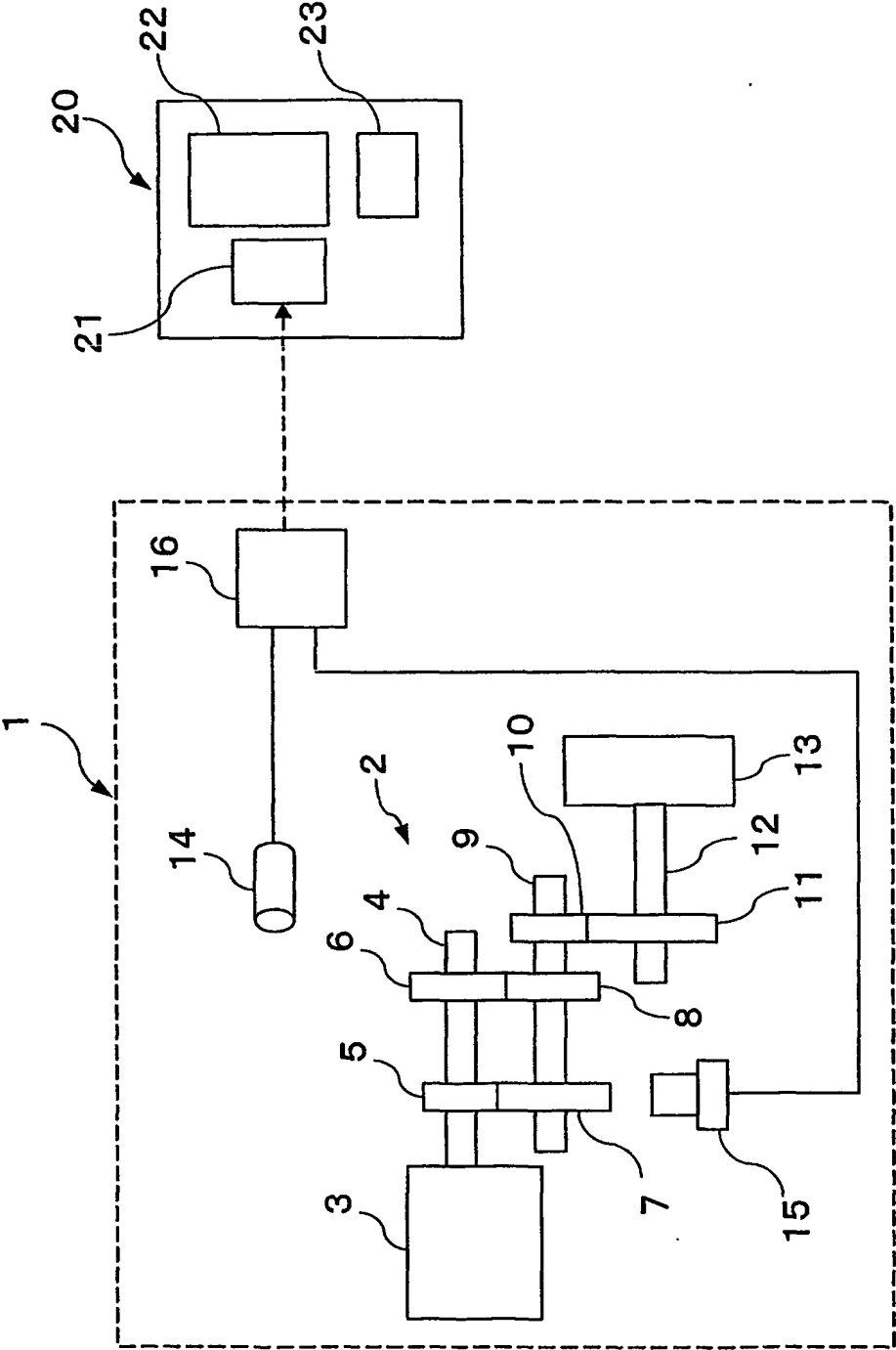
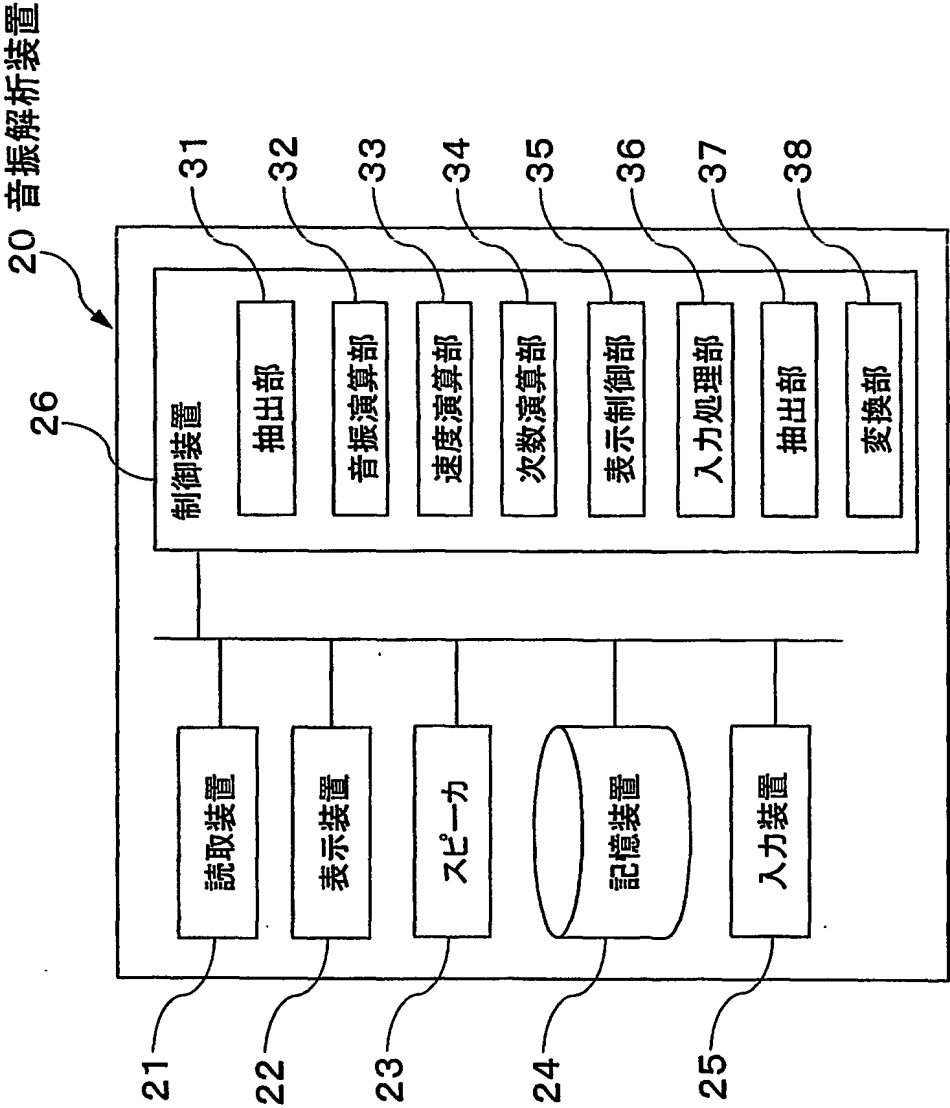


図 2



3/8

図 3

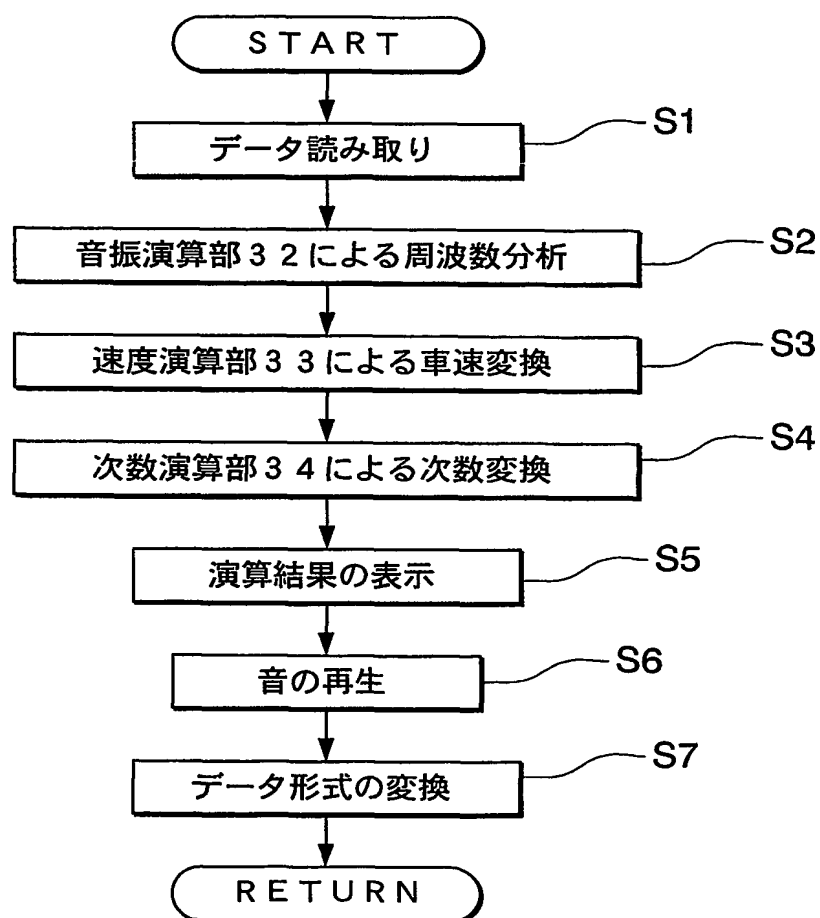


図 4

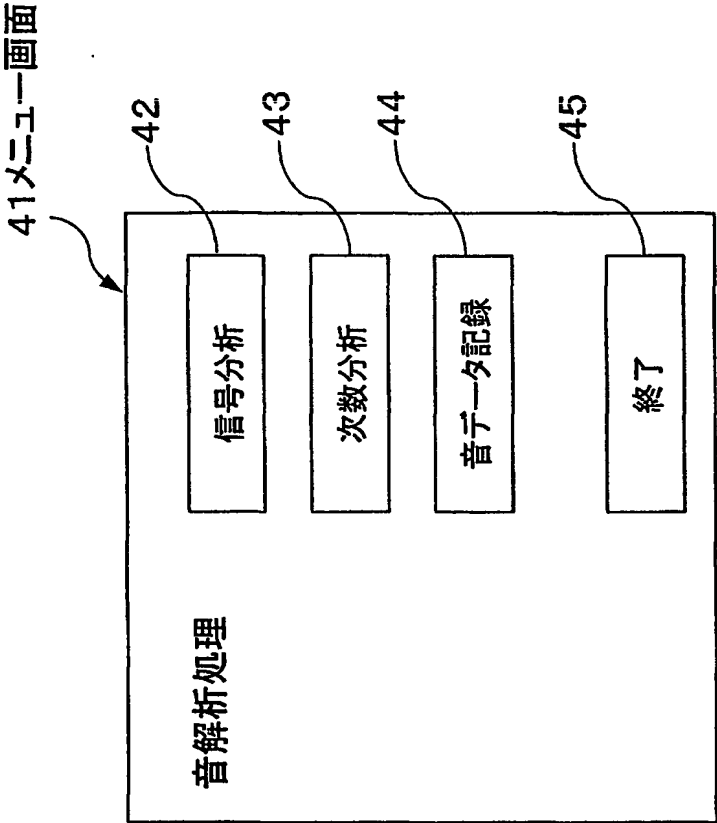


図 5

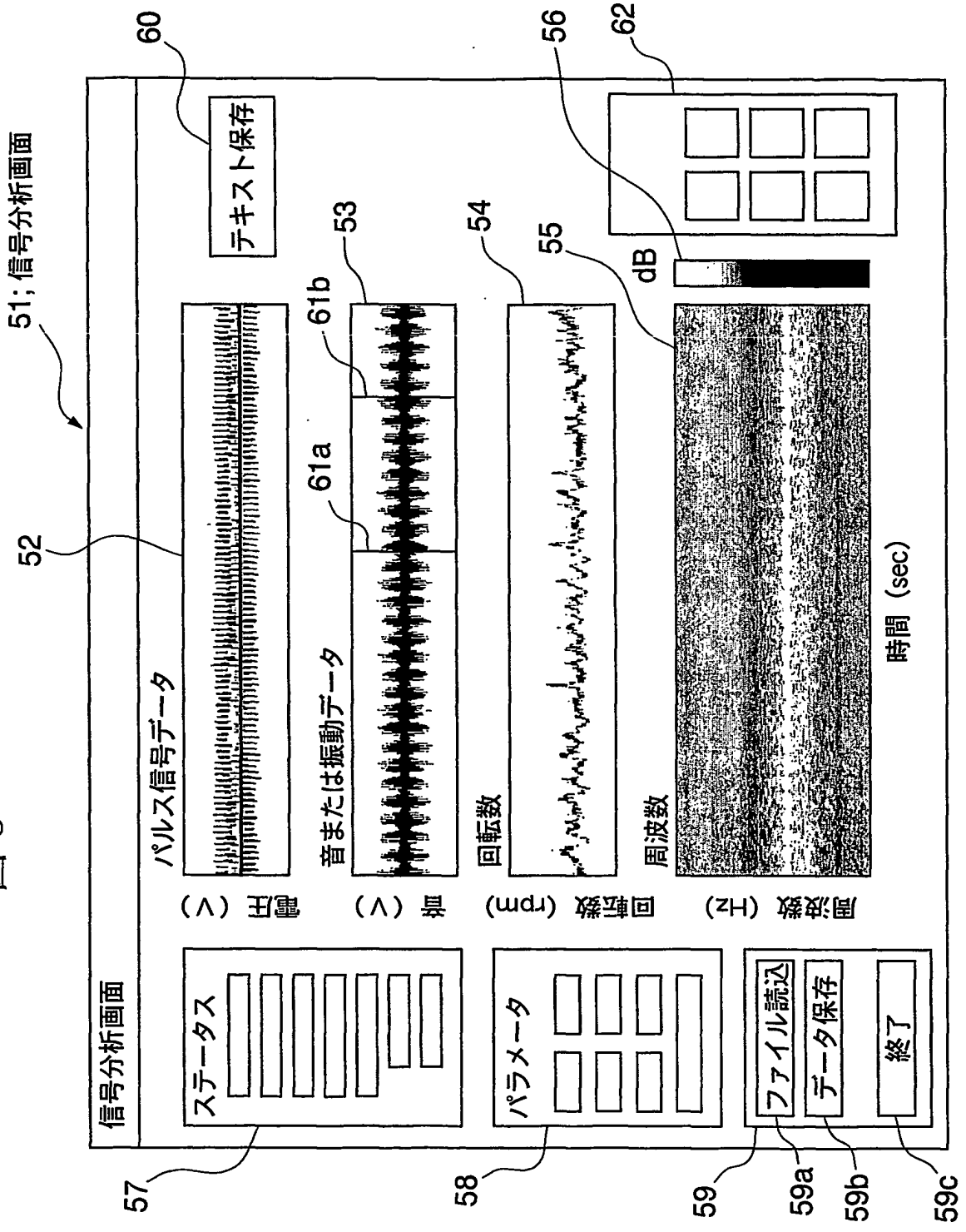


図 6

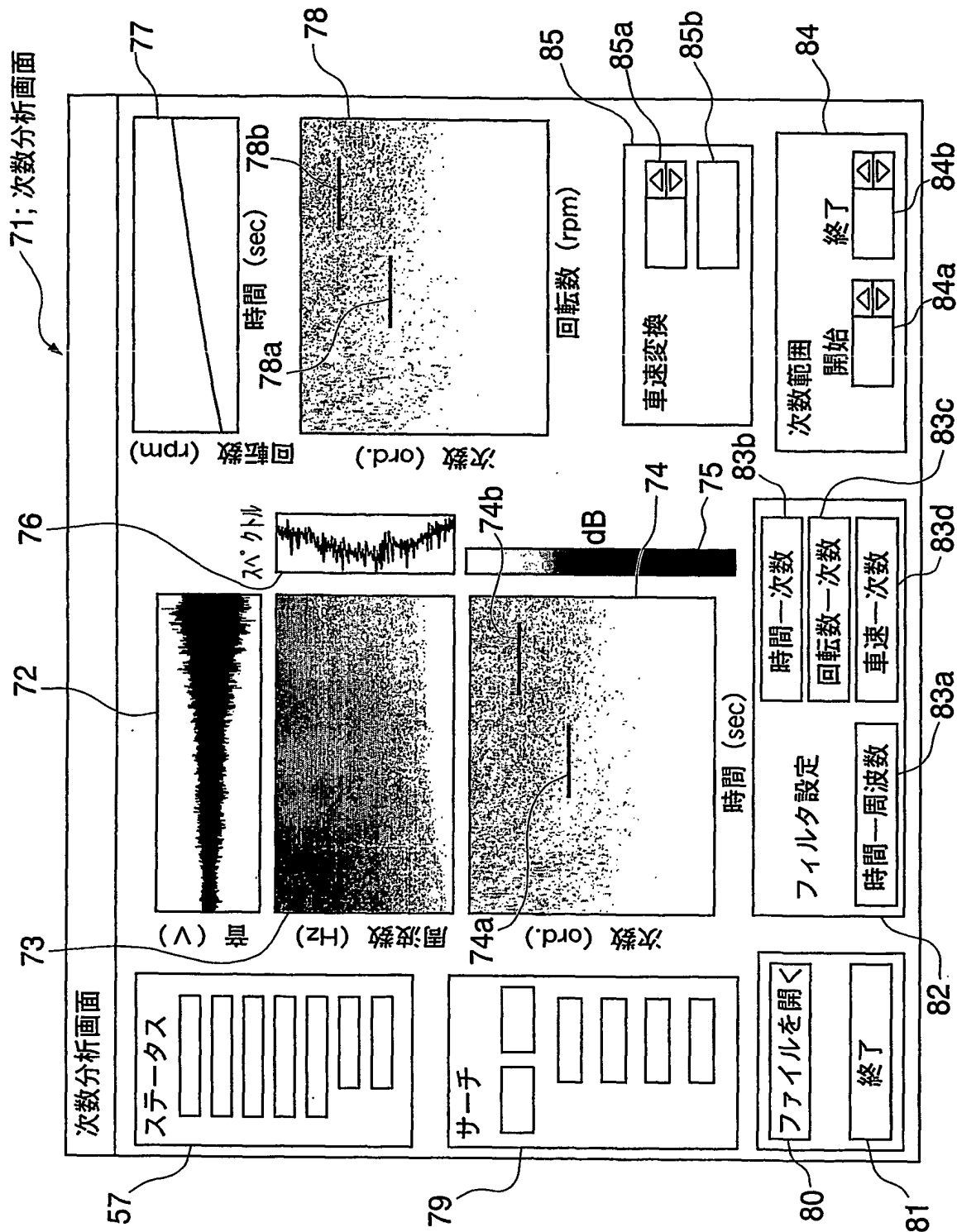


図 7

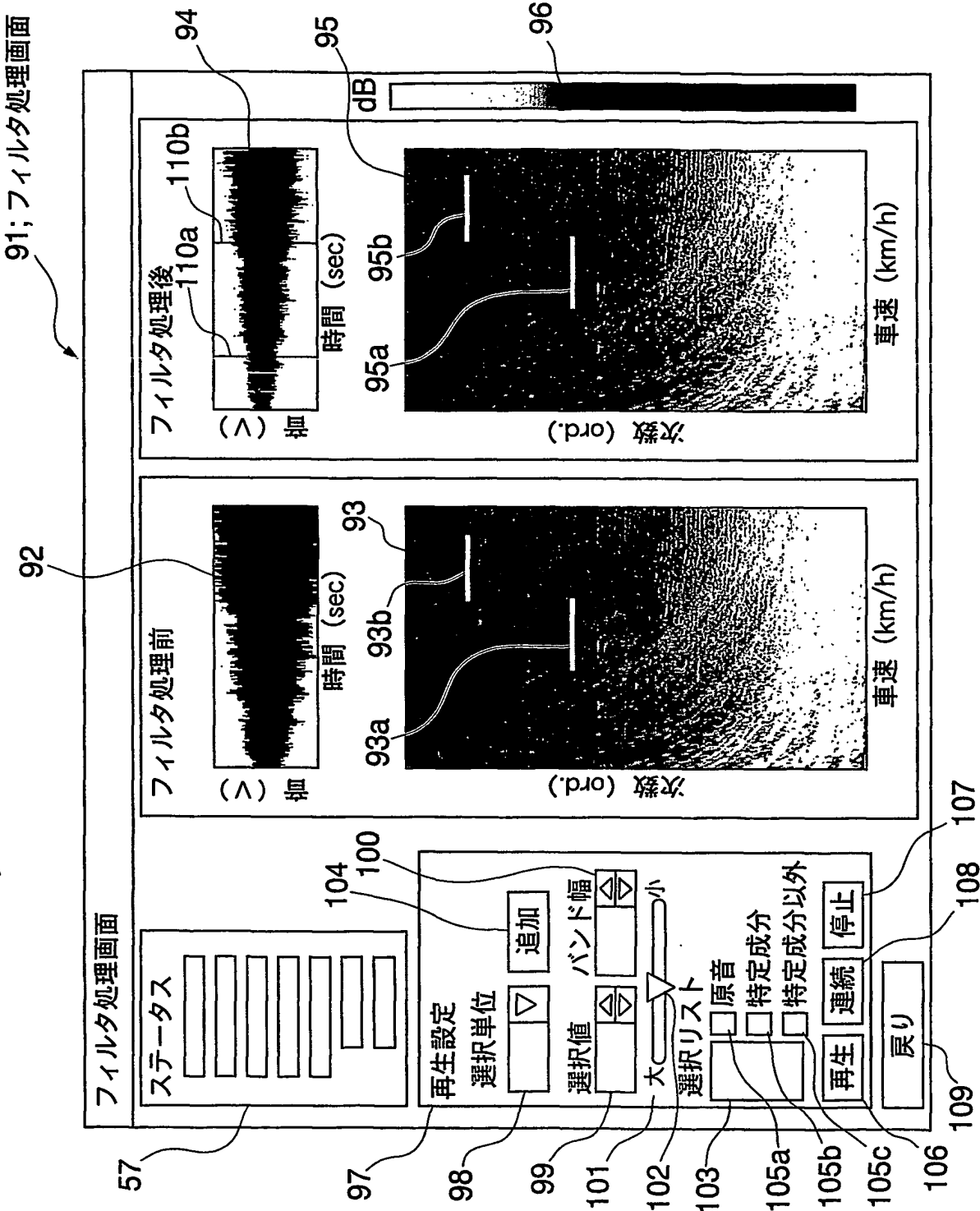
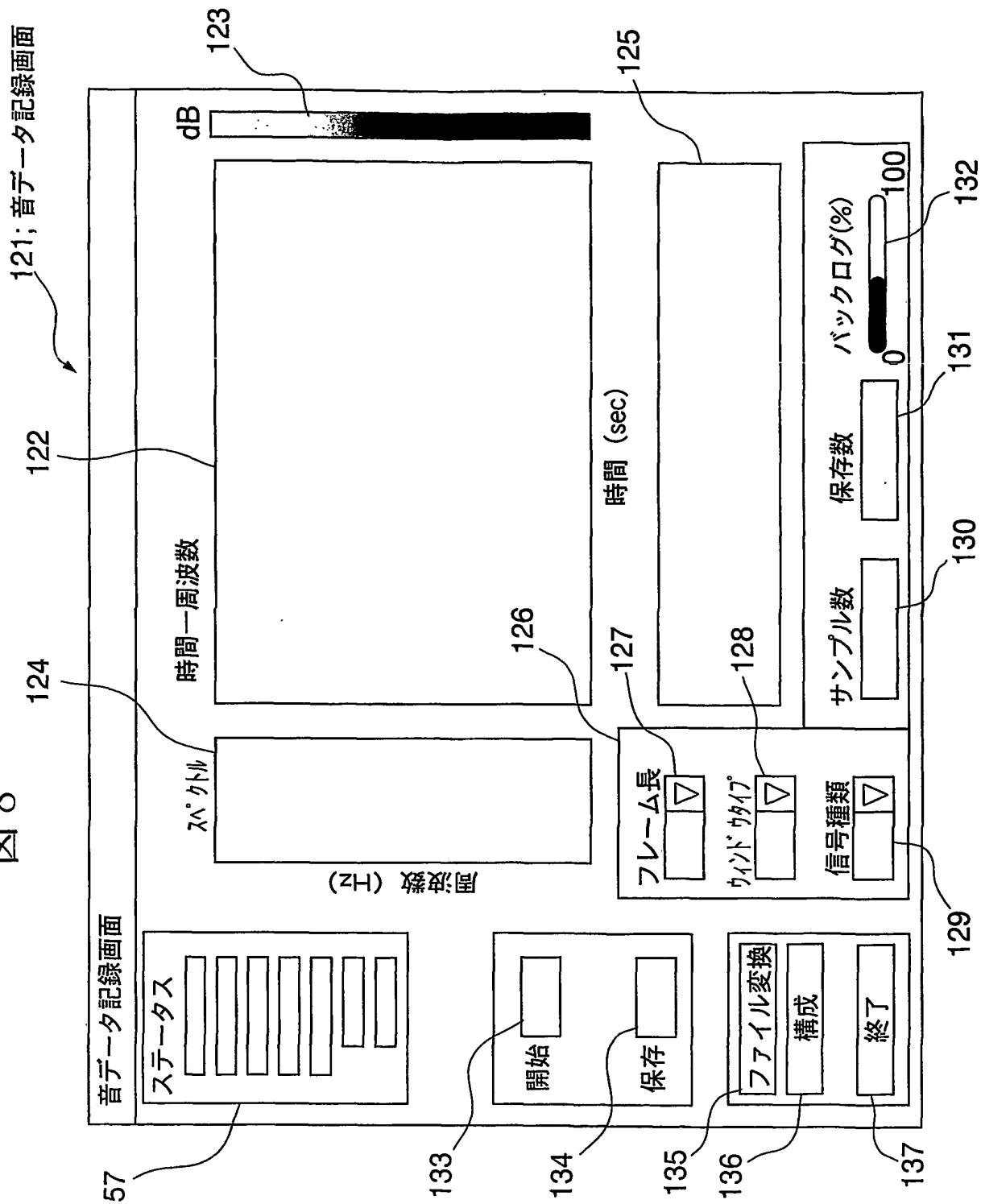


図 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/012785

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G01H17/00, G01M13/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G01H17/00, G01M13/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JICST FILE (JOIS)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 1998-274595 A (Honda Motor Co., Ltd.), 13 October, 1998 (13.10.98), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-9
A	JP 1996-122140 A (Isuzu Motors Ltd.), 17 May, 1996 (17.05.96), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-9
A	JP 2002-257685 A (Aisin AW Seimitsu Kabushiki Kaisha), 11 September, 2002 (11.09.02), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 November, 2004 (25.11.04)

Date of mailing of the international search report
14 December, 2004 (14.12.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/012785

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 1993-157614 A (Toyota Motor Corp.), 25 June, 1993 (25.06.93), Full text; Figs. 1 to 16 (Family: none)	1-9
A	JP 2001-194221 A (Suzuki Motor Corp.), 19 July, 2001 (19.07.01), Full text; Figs. 1 to 21 (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01H17/00, G01M13/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01H17/00, G01M13/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
JICSTファイル (JOIS)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 1998-274595 A (本田技研工業株式会社) 1998. 10. 13 全文 第1図-7図 (ファミリーなし)	1-9
A	J P 1996-122140 A (いすゞ自動車株式会社) 1996. 05. 17 全文 第1図-8図 (ファミリーなし)	1-9
A	J P 2002-257685 A (アイシン・エイ・ダブリュ精密株式会社) 2002. 09. 11 全文 第1図-3図 (ファミリーなし)	1-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25. 11. 2004

国際調査報告の発送日

14.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

本郷 徹

2 J

8405

電話番号 03-3581-1101 内線 3251

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 1993-157614 A (トヨタ自動車株式会社) 1993.06.25 全文 第1図-16図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2001-194221 A (スズキ株式会社) 2001.07.19 全文 第1図-21図 (ファミリーなし)	1-9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.